

012032314

WPI Acc No: 1998-449224/199839

XRAM Acc No: C98-136317

XRPX Acc No: N98-350332

Smooth end formation on fluoropolymer optical fibres - by etching with a solvent when the fibre undergoes plastic deformation and cannot be cut to a smooth end

Patent Assignee: ASAHI GLASS CO LTD (ASAG); FUJITSU LTD (FUIT); KOIKE Y (KOIK-I)

Inventor: HATANO H; IMAI H; KOIKE Y; SUGIYAMA N

Number of Countries: 026 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 862070	A1	19980902	EP 98103527	A	19980227	199839 B
JP 10239538	A	19980911	JP 9745655	A	19970228	199847
KR 98071755	A	19981026	KR 986157	A	19980226	199953

Priority Applications (No Type Date): JP 9745655 A 19970228

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 862070	A1	E	8	G02B-006/25	
-----------	----	---	---	-------------	--

Designated States (Regional): AL AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

JP 10239538	A	5	G02B-006/10	
-------------	---	---	-------------	--

KR 98071755	A	B29D-011/00	
-------------	---	-------------	--

Abstract (Basic): EP 862070 A

A method for processing a plastic optical fibre comprises processing an end of the fibre by treatment with a solvent to make the surface of the end smooth and flat or smooth and curved.

USE - To provide a smooth end on a fluoropolymer optical fibre, particularly those that undergo plastic deformation and cannot be cut to a smooth end.

ADVANTAGE - Treatment with a solvent for the polymer of the fibre provides a smooth end, reduces light losses due to surface irregularities and increases the coupling efficiency by improving the optical matching to a lens or light source.

Dwg. 0/0

Title Terms: SMOOTH; END; FORMATION; OPTICAL; FIBRE; ETCH; SOLVENT; FIBRE; PLASTIC; DEFORM; CUT; SMOOTH; END

Derwent Class: A35; A89; P81; V07

International Patent Class (Main): B29D-011/00; G02B-006/10; G02B-006/25

International Patent Class (Additional): G02B-001/04; G02B-006/16; G02B-006/26

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): A04-E10; A08-S02; A11-C04D; A12-L03A

Manual Codes (EPI/S-X): V07-F01A3A; V07-G01

Polymer Indexing (PS):

<01>

001 018; G0964 G0817 D01 D51 D54 D12 D10 D53 D58 D69 D86 F- 7A; H0000; L9999 L2573 L2506; L9999 L2675 L2506; P0500 F- 7A; S9999 S1627

S1605; S9999 S1025 S1014; S9999 S1387; S9999 S1149 S1070

002 018; Q9999 Q8344 Q8264; B9999 B5094 B4977 B4740; B9999 B3678 B3554; B9999 B5618 B5572; B9999 B4444 B4240; N9999 N6860 N6655; ND01; N9999 N7147 N7034 N7023; N9999 N6279 N6268; N9999 N6962-R; B9999 B5469 B5403 B5276; N9999 N7181 N7023; B9999 B5470 B5403 B5276

003 018; R05153 D01 D11 D10 D50 D63 D88 F45; C999 C088-R C000; C999 C293

004 018; D01 D11 D10 D23 D22 D31 D75 D42 D50 D69 D88 F34 F- 7A; A999 A475

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-239538

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.

G 02 B 6/10
6/26

識別記号

F I

G 02 B 6/10
6/26

D

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9-45655

(71)出願人 591061046

小池 康博
神奈川県横浜市青葉区市ヶ尾町534の23

(22)出願日

平成9年(1997)2月28日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71)出願人 000000044

旭硝子株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 小池 康博

神奈川県横浜市青葉区市ヶ尾町534-23
(74)代理人 弁理士 小松 秀岳 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラスチック光ファイバー加工法

(57)【要約】

【課題】 含フッ素重合体などからなるプラスチック光ファイバーの端面を平滑化もしくは曲面化して光源あるいは集光レンズとの結合効率を高めるための光ファイバー端面の加工法を提供する。

【解決手段】 プラスチック光ファイバー先端部の加工法において、溶剤により光ファイバー先端部を処理することによりその端面を平滑な平面または平滑な球面にするプラスチック光ファイバー加工法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラスチック光ファイバー先端部の加工法において、溶剤により光ファイバー先端部を処理することによりその端面を平滑な平面または平滑な球面にすることを特徴とするプラスチック光ファイバー加工法。

【請求項2】 請求項1に記載のプラスチック光ファイバーのプラスチック材料が含フッ素重合体であるプラスチック光ファイバー加工法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、含フッ素重合体などからなるプラスチック光ファイバーの端面の加工法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、光ファイバーの素材として石英やアクリルが利用されており、これらの素材からなる光ファイバーは塑性の少ない固い材料であるため、表面に傷を付けた後曲げることにより、または曲げながら表面に傷を付けることにより切断を行ったのち、研磨することによりファイバー端面の平滑性を出し、光源または集光レンズからの光の入射率を高めることが行われている。しかしながら、光ファイバー先端のような微小部分を研磨するには大変高度な技術を必要とする。

【0003】 一方、特開平8-5848に公知の含フッ素重合体からなる光ファイバーは従来のアクリルファイバーでは成しえなかった近赤外光の伝送特性に優れるため短距離通信用のプラスチック光ファイバーとして有用である。しかしながら、含フッ素重合体光ファイバーは石英やアクリルに比べ塑性変形しやすく柔らかいため、上記の石英やアクリルのような研磨に比べて平滑性を出すことが困難であり、さらに研磨剤が樹脂表面に埋め込まれてしまうなどの問題が生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は含フッ素重合体などのプラスチック材料からなるプラスチック光ファイバーの端面を容易に平滑に加工し、光源あるいは集光レンズとの結合効率を高めるためのプラスチック光ファイバー端面の加工方法を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、上記問題点の認識に基づいて鋭意検討を重ねた結果、含フッ素重合体などのプラスチック材料からなるプラスチック光ファイバー先端を、左記プラスチックを溶解させることができた溶剤を用いて処理することにより、端面を平滑にして凹凸による光の散乱ロスの低減や光源、レンズとの接合性の向上による結合効率を高めることができることを見いだした。

【0006】 すなわち、本発明は、プラスチック光ファイバー先端部の加工法において、溶剤により光ファイバー先端部を処理することによりその端面を平滑な平面ま

たは平滑な球面にすることを特徴とするプラスチック光ファイバー加工法である。

【0007】 本発明におけるプラスチック光ファイバーは、ファイバー径方向の切断面の全部または一部がプラスチック材料からなるものである。したがって、プラスチック材料のみからなる光ファイバーでもよく、プラスチック材料をクラッド材とし、石英をコア材とする光ファイバーのとくプラスチック材料を含む光ファイバーでもよい。また、屈折率分布型光ファイバーでも段階屈折率光ファイバーでもよい。

【0008】 本発明は、塑性変形しやすく、切断時に平滑な切断面が得られにくいプラスチック材料に対して有効であり、プラスチック材料の少なくとも一部が含フッ素重合体からなるものに対して特に有効である。

【0009】 本発明における好ましいプラスチック光ファイバーは、屈折率分布型光ファイバーである。屈折率分布型光ファイバーとしては、屈折率差を有するマトリックス樹脂と拡散物質からなり、マトリックス樹脂中に拡散物質が特定の方向に沿って濃度勾配を有して分布しているのが好ましい。また、含フッ素重合体を上記マトリックス樹脂とし、低分子量のフッ素系化合物を上記拡散物質とするフッ素系プラスチック材料からなる屈折率分布型光ファイバーがより好ましい。この場合、含フッ素重合体の数平均分子量は、10,000~5,000,000が好ましく、50,000~1,000,000がより好ましい。低分子量のフッ素系化合物の数平均分子量は、300~10,000が好ましく、300~5,000がより好ましい。このような屈折率分布型光ファイバーは、特開平8-5848などにより知られている。以下の説明においては、プラスチック光ファイバーのプラスチック材料が含フッ素重合体である場合について説明する。

【0010】 本発明において、光ファイバー先端部を溶剤で処理することによりその端面が平滑となる機構は必ずしも明らかではないが、端面が溶剤に溶解することにより、または端面が溶剤により膨潤することにより平滑となると考えられる。本発明における端面加工方法としては、含フッ素重合体が溶解可能な溶剤に浸漬する方法が挙げられる。切断機等を用いて切断されたファイバーの先端を溶剤に浸漬し、エッティングすることにより端面を平滑化できる。1~10分間浸漬した場合、切断したときの形状をほぼ残したまま端面のみを平坦化できる。一方、10~60分間浸漬した場合、先端部分が曲面となり、ファイバー先端がレンズの役目をする先球ファイバーを作成できる。

【0011】 さらに、溶剤研磨による方法も有効である。通常、石英ファイバーの端面研磨に用いられている研磨機において、研磨シート上に水を含ませて研磨を行うが本発明においては溶剤を水の代わりに用いる。この場合、研磨シートとしては各種の不織布やフェルト、ウ

レタン製などの各種のワーピングクロスなど種々の素材を用いることが可能で、特に無機系微粒子などがらなる研磨剤が含浸されている必要はないという利点を有する。本発明の端面加工法における処理温度は溶剤が液状となる温度であれば何ら限定されず、通常は常温が採用される。

【0012】本発明において光ファイバーのプラスチック材料である含フッ素重合体としてはC-H結合を有しない非結晶性の含フッ素重合体が好ましく、主鎖に環構造を有する含フッ素重合体がより好ましい。主鎖に環構造を有する含フッ素重合体としては、含フッ素脂肪族環構造、含フッ素イミド環構造、含フッ素トリアジン環構造または含フッ素芳香族環構造を有する含フッ素重合体が好ましい。含フッ素脂肪族環構造を有する含フッ素重合体では含フッ素脂肪族エーテル環構造を有するものがさらに好ましい。

【0013】含フッ素脂肪族環構造を有する含フッ素重合体は、含フッ素イミド環構造、含フッ素トリアジン環構造または含フッ素芳香族環構造を有する含フッ素重合体に比べ、後述の熱延伸または溶融纺糸によるファイバ化に際してもポリマー分子が配向しにくく、その結果光の散乱を起こすこともないなどの理由から、より好ましい重合体である。

【0014】含フッ素脂肪族環構造を有する重合体としては、含フッ素環構造を有するモノマーを重合して得られるものや、少なくとも2つの重合性二重結合を有する含フッ素モノマーを環化重合して得られる主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体が好適である。

【0015】含フッ素脂肪族環構造を有するモノマーを重合して得られる主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体は、特公昭63-18964号公報等により知られている。即ち、バーフルオロ(2,2-ジメチル-1,3-ジオキソール)等の含フッ素脂肪族環構造を有するモノマーを単独重合することにより、またこのモノマーをテトラフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレン、バーフルオロ(メチルビニールエーテル)などのラジカル重合性モノマーと共に重合することにより主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体が得られる。

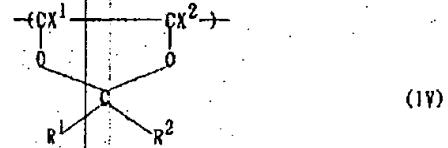
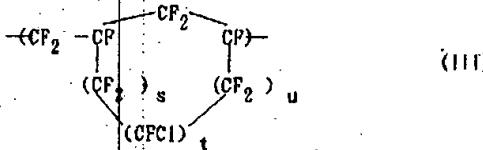
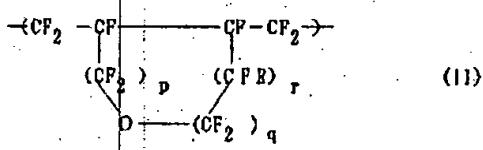
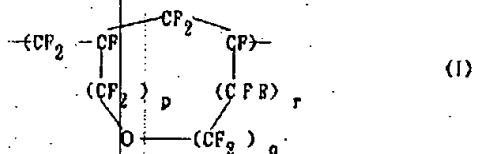
【0016】また、少なくとも2つの重合性二重結合を有する含フッ素モノマーを環化重合して得られる主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体は、特開昭63-238111号公報や特開昭63-238115号公報等により知られている。即ち、バーフルオロ(アリルビニールエーテル)やバーフルオロ(ブチルビニールエーテル)等のモノマーを環化重合することにより、またはこのようなモノマーをテトラフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレン、バーフルオロ(メチルビニールエーテル)などのラジカル重合性モノマーと共に重合することにより主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体が得られる。

【0017】また、バーフルオロ(2,2-ジメチル-1,3-ジオキソール)等の含フッ素脂肪族環構造を有するモノマーとバーフルオロ(アリルビニールエーテル)やバーフルオロ(ブチルビニールエーテル)等の少なくとも2つの重合性二重結合を有する含フッ素モノマーとを共重合することによっても主鎖に含フッ素脂肪族環構造を有する重合体が得られる。

【0018】上記の含フッ素脂肪族環構造を有する重合体としては、具体的には以下の(I)～(IV)式から選ばれる繰り返し単位を有するものが例示される。なお、これらの含フッ素脂肪族環構造を有する重合体中のフッ素原子は、屈折率を高めるために一部塩素原子で置換されていてもよい。

【0019】

【化1】



【0020】上記(I)～(IV)式において、pは0～5、qは0～4、rは0～1、p+q+rは1～6、s、t、uはそれぞれ0～5、s+t+uは1～6、RはFまたはCF₃、R¹はFまたはCF₃、R²はFまたはCF₃、X¹はFまたはC1、X²はFまたはC1である。】

含フッ素脂肪族環構造を有する重合体は、主鎖に環構造を有する重合体が好適であるが、環構造を有する重合単位を20モル%以上、好ましくは40モル%以上含有するものが透明性、機械的特性等の面から好ましい。

【0021】本発明で用いられる溶剤としては、含フッ素有機溶剤、とくにバーフロロ溶剤が用いられる。例えば、バーフロロヘキサン、バーフロロオクタン、バーフ

ロロデカンなどの含フッ素アルカン化合物、バーフロロトリプロピルアミン、バーフロロトリブチルアミンなどの含フッ素トリアルキルアミン化合物、バーフルオロ(2-ブチルテトラヒドロフラン)などの含フッ素環状エーテル化合物、バーフルオロベンゼンなどの含フッ素芳香族化合物などが例示される。これらの溶剤は2種以上併用してもよい。

【0022】これらの溶剤は揮発性および含フッ素重合体の溶解性が異なるため目的に応じて使い分けることが可能である。端面浸漬によるエッチング剤として用いる場合、比較的沸点の低い溶剤が有効であり、この場合、エッチング速度が比較的速く、またエッチング後の乾燥が短時間でよいという利点を有する。研磨法による場合には沸点の比較的高いものを用いて研磨中の揮発の少ない方がよい。

【0023】本発明の光ファイバー端面加工法は、含フッ素重合体からなる光ファイバーの端面処理にとくに好適であるが、他の材質からなる光ファイバーについても同様に適用することができる。前記他の光ファイバとしては、たとえばポリメチルメタクリレート系、ポリスチレン系、ポリカーボネート系などがある。

【0024】

【実施例】次に、本発明の実施例について更に具体的に説明するが、この説明が本発明を限定するものでないことは勿論である。

【0025】合成例1

バーフルオロ(ブチニルビニルエーテル)【PBVE】の35g、イオン交換水の150g、及び重合開始剤として $(CH_3)_2CHOCOO$ の90mgを、内容積200mlの耐圧ガラス製オートクレーブに入れた。系内を3回窒素で置換した後、40°Cで22時間懸濁重合を行った。その結果、数平均分子量約 1.5×10^5 の重合体(以下、重合体Aという)を28g得た。

【0026】重合体Aの固有粘度[η]は、バーフルオロ(2-ブチルテトラヒドロフラン)【PBTHF】中30°Cで0.50であった。重合体Aのガラス転移点は108°Cであり、室温ではタフで透明なガラス状の重合体であった。また10%熱分解温度は465°Cであり、溶解性パラメーターは5.3(cal/cm^3) $^{1/2}$ であり、屈折率は1.34であった。

【0027】合成例2

バーフルオロ(2,2-ジメチル-1,3-ジオキソール)【PDD】とテトラフルオロエチレンを重量比8:20でラジカル重合し、ガラス転移点160°Cで数平均分子量約 5×10^5 の重合体(以下、重合体Bという)を得た。重合体Bは無色透明であり、屈折率は1.3で、光線透過率も高かった。

【0028】またPDDとクロロトリフルオロエチレン(CTFE)を重量比75:25でラジカル重合し、ガラス転移点150°Cで数平均分子量約 3×10^5 の重合

体(以下、重合体Cという)を得た。重合体Cは無色透明であり、屈折率は1.4で、光線透過率も高かった。

【0029】合成例3

PBVEの8g、PDDの2g、PBTHFの10g、重合開始剤として $(CH_3)_2CHOCOO$ の20mgを、内容積50mlの耐圧ガラス製アンプルに入れた。系内を3回窒素で置換した後、40°Cで20時間重合を行った。その結果、数平均分子量約 2×10^5 の透明な重合体(以下、重合体Dという)6.7gを得た。

【0030】重合体Dのガラス転移点157°C、屈折率は1.32、IRスペクトルの1930cm $^{-1}$ の吸収の吸光度よりPDDの重合単位含量を求めたところ12重量%であった。

【0031】実施例1

上記合成で得られた重合体AをPBTHF溶媒中で溶解し、これに屈折率1.52であり重合体Aとの溶解性パラメーターの差が3.2(cal/cm^3) $^{1/2}$ である1,3-ジブロモテトラフルオロベンゼン(DBTFB)を12重量%添加し混合溶液を得た。この溶液を脱溶媒し透明な混合重合体(以下、重合体Eという)を得た。重合体Aを溶融し、その中心に溶融液の重合体Eを注入しながら300°Cで溶融紡糸することにより屈折率が中心部から周辺部に向かって徐々に低下する光ファイバーが得られた。この光ファイバーをかみそりで切断したのち、先端をPBTHFに5分間浸漬した。端面を顕微鏡で観察したところ、エッチング前に存在したかみそりの擦れた痕跡は消失し平滑になっていた。

【0032】このファイバーの端面による結合損失を評価するために以下の評価を行った。すなわち、端面が研磨され平滑化された石英ファイバーから出射する光を試験ファイバーで受光したときの光強度を測定する。このとき、付き合わせた光源側石英ファイバーの端面と試験ファイバー端面との間隔は20μmであった。ファイバー間の付き合わせの位置を少しづつずらして行き、最も光の強度が高くなるときの値から結合損失を求めたところ0.4dBであった。比較として溶剤によるエッチングを行わない場合の結合損失を測定したところ、2dBであった。

【0033】実施例2

前記で合成された重合体Bと重合体Cの等量をPBTHF溶媒に溶解し混合した。これを脱溶媒し透明の重合体混合物(B+C)を得た。重合体Bを溶融し、その内側に溶融した重合体混合物(B+C)を、さらに中心に溶融した重合体Cを注入しながら溶融紡糸することにより屈折率が中心部から周辺部に向かって徐々に低下する光ファイバーが得られた。この光ファイバーをかみそりで切断したのち、先端をPBTHFに5分間浸漬した。端面を顕微鏡で観察したところ、エッチング前に存在したかみそりの擦れた痕跡は消失し平滑になっていた。

【0034】このファイバーを用いて実施例1と同様な評価を行ったところ、ファイバー端面による結合損失は0.4dBであった。

【0035】実施例3

DBTFBを1.2重量%用いる代わりに数平均分子量800のCTFEオリゴマーを3.0重量%用いる以外実施例1と同様な方法で光ファイバーを得た。このオリゴマーの屈折率は1.41であり、重合体Aとの溶解性パラメーターの差は $1.4 (c a.1/cm^3)^{1/2}$ であった。得られた光ファイバーは屈折率が中心部から周辺部に向かって徐々に低下していた。この光ファイバーをかみそりで切断したのち、先端をPBTHFに5分間浸漬した。端面を顕微鏡で観察したところ、エッチング前に存在したかみそりの擦れた痕跡は消失し平滑になっていた。

【0036】このファイバーを用いて実施例1と同様な評価を行ったところ、ファイバー端面による結合損失は0.4dBであった。

【0037】実施例4

重合体Dをコア、重合体Aをクラッドとする光ファイバーを溶融紡糸法により作成した。この光ファイバーをかみそりで切断したのち、先端をPBTHFに30分間浸漬した。その結果先端は平滑な球面になっており、ファ

イバーから出射する光の受光素子への集光に優れていることが確認された。

【0038】実施例5

重合体Dをコア、重合体Aをクラッドとする光ファイバーを溶融紡糸法により作成した。この光ファイバーをかみそりで切断したのち、バーフロロトリブチルアミンを研磨溶剤として用いて研磨シートにより端面研磨を行った。端面を顕微鏡で観察したところ、エッチング前に存在したかみそりの擦れた痕跡は消失し平滑になっていた。

【0039】このファイバーを用いて実施例1と同様な評価を行ったところ、ファイバー端面による結合損失は0.4dBであった。

【0040】

【発明の効果】含フッ素重合体などからなるプラスチック光ファイバーの先端を溶剤で処理することで、切断面を平滑平面または球状に加工することにより、LD(レーザーダイオード)、LED(ライトエミッションダイオード)などの光源から光ファイバーへの光の入射や光ファイバーからPD(フォトダイオード)などの受光素子への光の出射に際し、結合効率を高めることができる。

フロントページの続き

(72)発明者 今井 元

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 杉山 徳英

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 波多野 弘

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地
旭硝子株式会社中央研究所内

THIS PAGE BLANK (USPTO)